TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Dangerous Environment Vehicle (D.E.V)

TAKIM ADI: İTÜ GENÇLİK MERKEZİ İTÜ RAKE İYT TAKIMI

KATEGORİ: Sağlık-İlk Yardım, Afet Yönetim, Sosyal İnovasyon

Başvuru ID:365228

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: TUFAN KUMBASAR

İçindekiler

1.Proje Özeti ……...…….…… 3

2.Problem Durumunun Tanımlanması ….……..……..…… 3

3.Çözüm…….……..…… 4

4.Yöntem …….…….…….…….. 4

5. Yenilikçi İnovatif Yönü…….…….. 7

6.Uygulanabilirlik …….…….. 8

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması …….…… 8

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) ……. 9

9.Riskler ……. 9

10.Kaynakça ……9

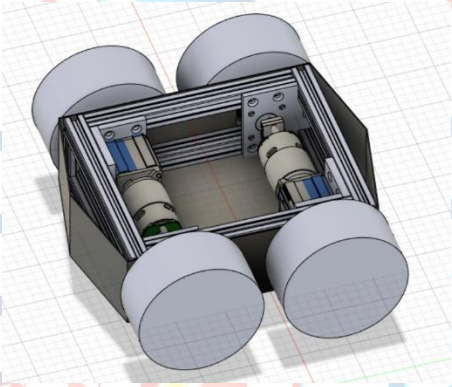
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

İnsan kaynaklı veya doğal herhangi bir afeti genellikle arama kurtarma çalışmaları takip eder. Afet bölgeleri hem afet mağdurlarının hem de arama kurtarma ekiplerinin hayatı söz konusu olduğu için oldukça hassas bir operasyon gerektirir. Bu projenin ortaya çıkış sebebi de tam olarak budur. Projemiz hayata geçirildiğinde afet bölgelerinden veri alımını sağlayacak ve bu sayede arama kurtarma ekiplerinin daha koordineli ve güvenli bir şekilde çalışmalarına olanak verecek. Afet alanında robotun çevresindeki cisimleri tanımlayabilmesi, engellere çarpmadan hareket edebilmesi ve hareket ederken bulunduğu ortamın ve tanımladığı cisimlerin haritasını oluşturması için gerekli yazılımlar geliştirildi. Elektronik sistemde Jetson Nano'dan alınan verilerin önce master olan Arduino'ya daha sonra da Master Arduino'nun veirleri Slave Arduino'lara iletmesiyle motorlar Slave Arduino'lar tarafından sürülür ve araç hareket eder. PCB kart kullandığımız için de Arduino'lar tarafından yönetilen yürür sistem arasındaki kopukların önüne geçilir.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Projemiz arama kurtarma işlemlerinin daha verimli ve güvenli yapılmasını sağlamak amacıyla yapılacaktır. Ülkemiz özellikle deprem konusunda çok riskli bir konumda bulunmaktadır, deprem bizim için bir ihtimal değil; başa çıkmamız gereken bir gerçekliktir. Aracımız deprem bölgelerinde rol alarak enkaza insan girmeden önce tehlikeli bölgelerden arama kurtarma ekiplerine veri aktarımını sağlayacak ve başkalarının hayatını kurtarmak için büyük fedakarlıklarda bulunan ekiplerimizin işlerini daha rahatça yapmalarını sağlayacaktır. Aracımızın görev alacağı yerler depremle sınırlı kalmamaktadır. Aracımız grizu patlamalarında, yangın bölgelerinde, toprak kaymalarında, olası nükleer reaktör arızalarında; kısacası insanların girmesinin tehlikeli olacağı her türlü afet alanında rol alabilir Öne sürdüğümüz problem hakkında bazı çözümler öne sürülmüştür. Bunlardan birisi, bizim kendi geliştirdiğimiz Rover tipi arama kurtarma robotudur. D.E.V.' in bu tarz robotlara karşı en büyük avantajları maliyeti ve boyutudur. Kabul edilmelidir ki afet bölgesinde arama kurtarma araçlarının ağır hasar alması çok olasıdır ve karmaşık donanımlı araçların onarılması çok maliyetlidir. Bizim aracımız basit ama kullanışlı bir donanıma fakat gelişmiş bir yazılıma sahip olduğundan bu soruna çözüm getirmektedir. Ayrıca boyutları ve manevra kapasitesi muadili olan araçlara göre daha avantajlı durumdadır. Projenin ele aldığı problem, eğer karmaşık ve ilişkili alt sistemlerden oluşuyorsa alt parçalara ayrılabilir.

Şekil 1: Arama Kurtarma Çalışması



Şekil 2: Aracımızın Simülasyon Programındaki Görüntüsü

3. Çözüm

Aracın amacını gerçekleştirebilmesi için gerekli beceriler kazandırılmıştır. Bu beceriler; aracın hareketi, haritalama, otonom haritalama, görüntü işleme nesne tespiti, aracın kontrolü ve gerçek zamanlı kamera görüntülenmesi için arayüz tasarımı, aracın sensörleri ve motorları ile SSH protokolüyle iletişim kurulması ve kontrol edilmesi, optimum yol tutuşu sağlamak için malzeme seçimi ve aracın bütün bileşenlerinin kalite kontrol ve bakım için kompakt bir şekilde yerleştirilmesidir.

4. Yöntem

Aracımızın gövdesini tasarlarken başlıca önceliklerimiz gövdenin hafif, üretiminin kolay ve düşük maliyetli olmasıdır. Bu yüzden gövde tasarımını olabildiğince basit tutarak ve malzeme seçimimizi alüminyum dan yana kullanarak hedeflediğimiz özelliklere sahip bir gövde ortaya çıkardık. Gövde parçaları birbirine köşebentler ile bağlanmaktadır. Bu yöntemle gövdedeki bir parçanın hasar görmesi durumunda gövde onarımının parça değişimi ile gerçekleşecek olup aracın yeniden kullanılabilir hale getirilebilmesinin hızlı ve kolay olması düşünülmüştür.

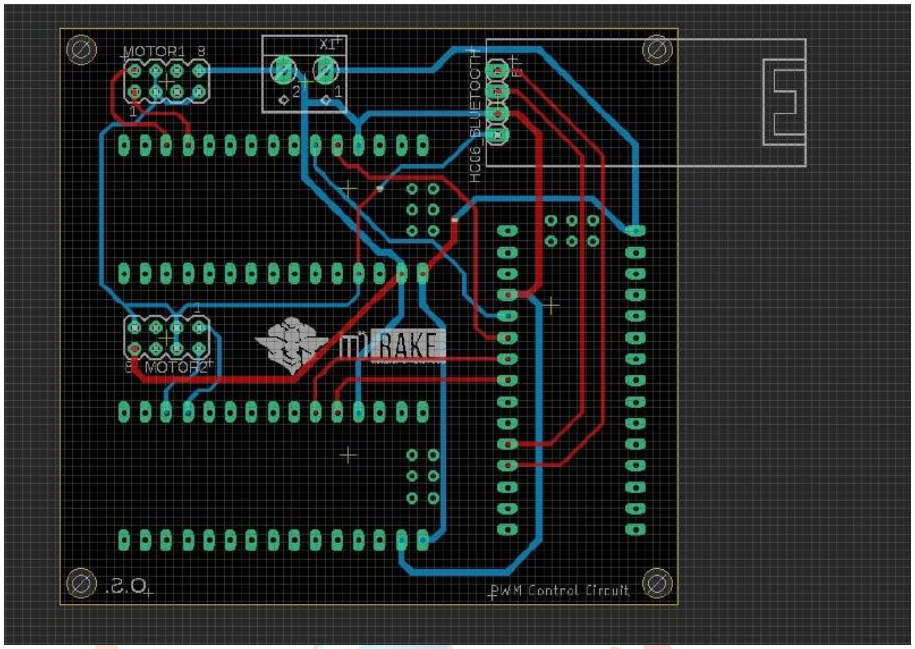
Robotumuzun kontrolü, hareketi, sensörler ile iletişimi, arayüz ile iletişimi, simülasyon üzerinde takibi için ROS işletim sistemi üzerinde yazdığımız paketler ve node'lar kullanıldı. ROS Noetic daha stabil çalığından Linux Ubuntu 20.04 üzerinde kuruldu ve

kullanıldı. Sensör ve motorları Python ve C++ programlama dillerini kullanarak birbirlerine bağlandı. Açık kaynaklı bir platform olan Leo Rover alt yapısı üzerinde çalışılırken, yapılan geliştirmeler ve eklenen özellikler Gazebo ve Rviz simülasyon ortamlarında test edildi. Jetson Nano 4 GB robot bilgisayarın ve ana bilgisayarın SSH üzerinden iletişimini sağlıyor ve bu bilgisayarları Yer Kontrol İstasyonu (GCS) olarak kullanıyoruz. İletişim için rooter kullanarak ana bilgisayarı, robot bilgisayar için belirlediğimiz sabit IP adresine bağlıyoruz. SSH iletişim protokolünü aynı zamanda IMU verileri, kodlayıcı verileri, kamera görüntüsü, LIDAR verileri, ve motor komutları aktarımı için kullanıyoruz. Haritalama, navigasyon ve hareket etme becerisi için açık kaynaklı SLAM (Simultaneously Localization and Mapping), Gmapping, Move Base paketleri kullanıldı. Robottan aldığımız Lidar verisiyle bu paketler, robotun etrafındaki cisimleri tanımlamasını ve çarpışmadan hareketine devam etmesini sağlıyor. Otonom haritalama becerisi için kullandığımız açık kaynaklı explore_lite paketi üzerinde entegrasyon çalışmalarımız devam etmektedir. Görüntü işleme için yazılan algoritmayı eğitmek amacıyla fotoğraflar el ile işaretlendi. Algoritmayı yazarken python dili ve OpenCV, PyTorch kütüphaneleri ve Yolov5 algoritması kullanıldı. Arayüz için html, css, python dillerini kullandık.

Aracın elektronik kısmında kullanılan yöntemler aşağıda açıklandığı gibidir:
Mikrokontrolcü: Aracın gömülü sisteminde Mikrokontrolcü olarak 3 adet Arduino Nano kullandık. Haberleşme sisteminde 1 master 2 slave olmak üzere UART haberleşmesi kullandık. Master Arduino sensörlerden gelen veriyi işleyip diğer 2 Slave Arduino'ya şifre halinde yollar Slave Arduinolar ise gelen şifreye göre işlemi gerçekleştirir.

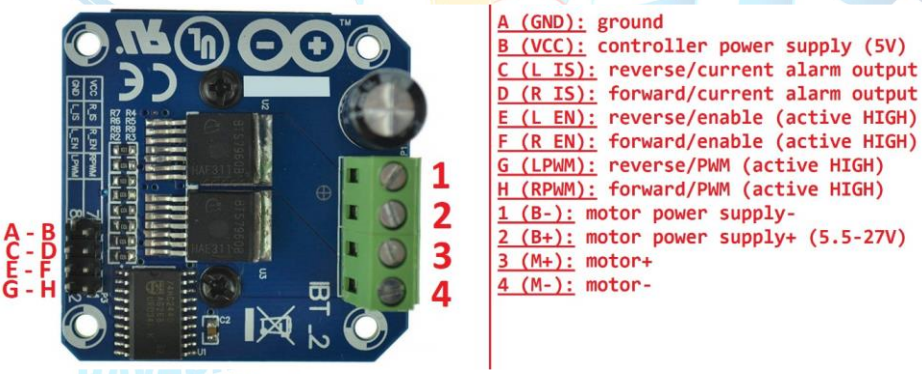
Şekil 3: Mikrokontrolör

PCB: Kendi tasarladığımız pcb kart sayesinde araçtaki kablolama karmaşıklığını en aza indirip mikrokontrolcüler arası kesintisiz ve hızlı bir iletişim gerçekleştirmeyi amaçladık.



Şekil 4: PCB Kart Tasarımı

Motor ve Sürücüler: Araçta motor sürücü olarak BTS7960 motor sürücüleri kullandık. Kendi kütüphanelerimizle bu motor sürücüleri araç için en verimli hale getirdik. Aracımızda Andymark Redline 775 Fırçalı DC motorlar kullandık. Bu motorlar aracın ihtiyacı olan gücü fazlasıyla karşılayabilirken aynı zaman da kontrolü fırçasız dc motorlardan daha kolay ve maaliyeti daha düşük.



Şekil 5: Motor Sürücü

Şekil 6: Encoder Motor ve Redüktor Grubu

Pil: Güç beslemesi için 20000mahlık lipo pil kullandık. Tüm sistemin güç dağıtımı bu pil üstünden yapılmaktadır. Motorlara güç vermek için 10awg kablo kullandık. Kalın ve iç direnci düşük olan bu kablolar motorları besleyecek kadar akımı ve voltajı taşıyabilecek kapasitededir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Görüntü işleme becerisi için aracı makine öğrenmesi ile eğitirken kendi paketimizi kullandık. Aracın ses tanıma özelliği kazanması için gerekli paketi test ettik ve geliştirdik. Aracın hareket edebilmesi için SLAM ve Move Base paketleri kullanılırken, bu paketler arası mesajlar ve parametreler simülasyon ortamına ve aracımıza uygun olacak şekilde düzenlendi. Haritalama için RRT (Rapidly-exploring random tree) algoritmasından faydalanılarak paket oluşturuldu ve aracın hareketini sağlayan diğer paketlerle iletişimi sağlandı. QR kod okuma becerisi ve kamera verilerinin ana bilgisayara aktarımı için gerekli "Ros node" ları bizim tarafımızdan oluşturuldu. Yazdığımız tüm kodlarda kendi robotumuzun parametrelerini ve kendi yazdığımız ".launch dosyalarını" kullandık. Robot kontrolü ve dinamik durum bilgisi için gerekli arayüzü kendimiz oluşturduk. Arayüzde robotun tüm bilgileri tek bir ekranda olayca görülebilirken, robotun kamerasından canlı görüntü takibi ve simülasyon ortamında aracın takibi yapılabilmektedir. Araca eklediğimiz "Acil Durum Modu" özelliği, aracın ana bilgisayar ile bağlantısı kopması durumunda tekrar bağlantı kuruluncaya kadar durmasını sağlayan kod bu projeye özgün inovatif bir çözümdür.

Piyasada halihazırda bulunan arama kurtarma robotları uzaktan kontrol edilme ihtiyacı duyulan robotlar. Uzaktan sinyal gönderme zorunluluğu enkaz bölgelerinde ve maden alanlarında sinyal göndermek çok zor olduğundan aracın işleyişini bozmaktadır. Biz aracımızı tam otonom tasarlayarak uzaktan bir sinyal alma zorunluluğunu ortadan kaldırıyoruz. Aracın merkezle iletişimi kesilse bile görevine devam edebilir. Aracın elektronik donanımında kendi tasarımımız olan pcb kartları kullanarak araç üzerindeki elektronik sistemin minimum yer kaplamasını sağladık. Aracın elektronik yazılımda ise kendi ihtiyaçlarımıza göre yazdığımız kendi kütüphanelerini kullanmaktayız.

Aktif olarak piyasada bulunan çoğu araç büyük olduğundan dolayı manevra kabiliyeti kısıtlıdır ve tehlike bölgesine giriş potansiyeli düşüktür. Ayrıca karmaşık yapısı ve ağırlığından

dolayı acil durumlarda aracın hazırlanması uzun sürmekte ve her saniyenin önemli olduğu arama kurtarma görevlerinde bu durum ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Bununla birlikte bu araçlar yüksek maliyetli olduklarından dolayı kullanımlarının konu hakkında yüksek deneyim sahibi kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Tasarımımız olan araç ise hafifliği, boyutu, kullanım kolaylığı ve düşük maliyeti sayesinde piyasadaki rakip araçlar karşısında öne geçmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Gerekli materyallerin montajı sağlandıktan sonra yazılmış algoritmalar ile araç etrafı incelemeye başlar. Aracımız hem otonom hem de kumanda ile kontrol edilebilmektedir ve gereken konumlarda bu disiplinler arasında geçiş yapabilmektedir. Sistemde bulunan LİDAR sensörü ile belirlenen cisim aranırken, gaz sensörleri ile etrafta bir gaz kaçağı veya zehirli gaz sızıntısı tespit edilmeye çalışılır. Aracın elektronik kart tasarımı ve kullanılan elektronik yazılımı tamamen kendi ürünümüz olduğundan bu bileşenlerin tedarik edilmesinde bir sorun olmayacaktır. Ürünün ticari bir ürüne dönüşmesi durumunda bu kütüphaneler şifrelenip öyle satışa çıkmalıdır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Aylar	Görevler
Şubat	Aracın taslak olarak tamamlanması Aracın manuel kontrolü Elektronik komponentlerin belirlenmesi ve sipariş edilmesi
Mart	Aracın mekanik sisteminin tasarlanması Görüntü işleme PCB kartın tasarlanması ve baskıya verilmesi
Nisan	Aracın tasarlanan parçaların analizi ve düzenlenmesi Arayüz tasarımı Elektronik komponentlerim kütüphanelerinin yazılması
Mayıs	Aracın montajlanması ve testlere başlanması Rota planlama Elektronik komponentlerin ve PCB kartın testlerinin alınması
Haziran	Sensörlerin test edilmesi SLAM ve Move Base paketlerinin robota entegresi Elektronik sistemin montajlanması
Temmuz	explore_lite paketi ile RRT kullanarak otonom haritalama Simülasyon ortamında testlerin gerçekleştirilmesi
Ağustos	Aracın testlerinin yapılması ve optimizasyonu

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projemiz AFAD, itfaiye, polis kuvvetleri gibi kuruluşlar tarafından afet sonrası enkaz bölgesini tarayacak ve göçük altında kalmış olabilecek insanların kurtarılmasında kullanılacaktır. İçerdiği sensörler sayesinde bölgeyi inceleyen aracımız, yetkili birimlerce yaralıların yerinin tespit edilmesi açısında donanımlandırılmıştır. Projemiz genel olarak afetzedeler ve afetzedelere yardımcı olacak kuruluşlara hitap etmektedir. Afetler geliyorum

demezler, tüm toplum bir doğal afet ile yüz yüze gelebilir. Bu yüzden D.E.V. tüm topluma hitap etmekte, onların kurtarılmasında bir umut ışığı olmaktadır.

9. Riskler

Zorlu afet bölgelerindeki yüksek sıcaklık, nem gibi faktörler elektronik sistemde aksamalara sebep olabilir. Elektronik sistemi bu gibi etkenlerden korumak için araç içinde dayanıklı özel bir elektronik kutusu tasarlandı. Araç ile ağ bağlantısının kopması durumunda araç istenmeyen pozisyonlarda kalabilir ve arama kurtarma operasyonun devam etmesini yavaşlatabilir bu durumda devreye girecek olan acil durum modu, aracı durdurarak etrafa verilebilecek zararı ve aracın kontrolsüzce hareketini önler. Otonom haritalama özelliği çalışmazsa manuel kontrole geçilerek haritalama ve nesne tespiti görevine devam edilir. Görüş açısı kısıtlı olan ortamlarda kamera ile nesne tespiti zorlaşabilir. Bu durumda araçtan canlı olarak aldığımız Lidar verilerini kontrol etsek de optimal görüntü işleme gerçekleşemez.

10. Kaynaklar

- Github, *İTÜ RAKE Arşivi*, https://github.com/
- Towards Data Science, *ROS Autonomous SLAM using Rapidly Exploring Random Tree (RRT)*, https://towardsdatascience.com/ros-autonomous-slam-using-randomly-exploring-random-tree-rrt-37186f6e3568
- Raporda dönem sonu İTÜ RAKE üyeleri tarafından yazılan raporlardan faydalanılmıştır.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ